

## OPTICAL ALCOHOL CONCENTRATION MEASURING DEVICE

**Publication number:** JP5223733

**Publication date:** 1993-08-31

**Inventor:** KAMIOKA HIDEKI; SAKAGAMI SUSUMU;  
WAKABAYASHI KATSUHIKO

**Applicant:** JAPAN ELECTRONIC CONTROL SYST

**Classification:**

- **International:** G01N21/35; G01N21/31; (IPC1-7): G01N21/35

- **european:**

**Application number:** JP19920057581 19920210

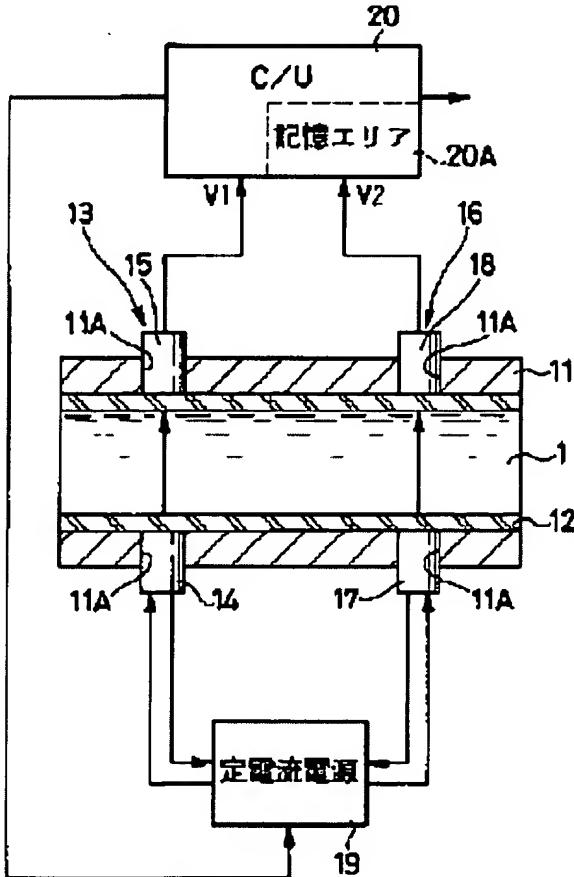
**Priority number(s):** JP19920057581 19920210

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP5223733

**PURPOSE:** To measure alcohol concentration of an alcohol mixed fuel where two types of alcohols are mixed accurately.

**CONSTITUTION:** When a first light-projection part 14 emits light at a wavelength of 31μm and a second light-projection part 17 emits light at the other wavelength of 1.55μm, light with one wavelength and that with the other wavelength enter an alcohol mixed fuel 1 through a light-transmission member 12, enter light-reception parts 15 and 18 while being attenuated with each different attenuation rate and are converted to each detection signals V1 and V2 of quantity of light. Then, a control unit 20 reads out a characteristic line corresponding to the detection signal V from the first light-reception part 15 from a first criterion map, at the same time reads out the characteristic line corresponding to the detection signal V2 from the second light-reception part 18 from a second criterion map, overlaps the characteristic lines corresponding to these detection signals V1 and V2, and detects a coincidence point of both, thus measuring methanol concentration and ethanol concentration.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-223733

(43)公開日 平成5年(1993)8月31日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 N 21/35

識別記号

庁内整理番号

Z 7370-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 10 頁)

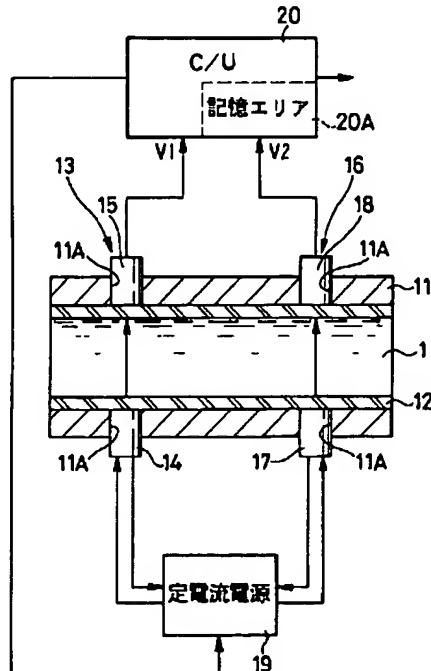
(21)出願番号	特願平4-57581	(71)出願人	000232368 日本電子機器株式会社 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1
(22)出願日	平成4年(1992)2月10日	(72)発明者	上岡 秀樹 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日本電子機器株式会社内
		(72)発明者	坂上 進 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日本電子機器株式会社内
		(72)発明者	若林 克彦 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日本電子機器株式会社内
		(74)代理人	弁理士 広瀬 和彦

(54)【発明の名称】 光学式アルコール濃度測定装置

(57)【要約】

【目的】 2種類のアルコールが混合されたアルコール混合燃料のアルコール濃度を正確に測定する。

【構成】 第1の投光部14が1. 31 μmの一の波長で発光し、第2の投光部17が1. 55 μmの他の波長で発光すると、これら一の波長の光と他の波長の光とは、透光部材12を介してアルコール混合燃料1中に入射し、それぞれ異なる減衰率で減衰しつつ各受光部15, 18に入射して各光量検出信号V1, V2に変換される。そして、コントロールユニット20は、第1の受光部15からの検出信号V1に対応する特性線を第1の判定マップから読み出すと共に、第2の受光部18からの検出信号V2に対応する特性線を第2の判定マップから読み出し、これら各検出信号V1, V2に対応する特性線を重ね合わせて、両者の一致点を検出し、メタノール濃度とエタノール濃度とを測定する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルコールが混合された液体中に一の波長を有する光を投光する第1の投光部と、該第1の投光部から前記液体を透過した光を受光し、前記液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力する第1の受光部と、前記液体中に他の波長を有する光を投光する第2の投光部と、該第2の投光部から前記液体を透過した光を受光し、前記液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力する第2の受光部と、前記第1の受光部からの検出信号と該第2の受光部からの検出信号とを比較し、前記液体中のアルコール濃度を測定する測定部とから構成してなる光学式アルコール濃度測定装置。

【請求項2】 前記一の波長を $1.19\text{ }\mu\text{m}$ ないし $1.40\text{ }\mu\text{m}$ とし、前記他の波長を $1.40\text{ }\mu\text{m}$ ないし $1.67\text{ }\mu\text{m}$ としたことを特徴とする請求項1に記載の光学式アルコール濃度測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばガソリン等の燃料中にメタノール、エタノール等のアルコールが混合されたアルコール混合燃料中のアルコール濃度を測定するのに用いて好適な光学式アルコール濃度測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図7および図8に従来技術による光学式アルコール濃度測定装置を、自動車用エンジンに使用されるアルコール混合燃料中のアルコール濃度測定に用いた場合を例に挙げて説明する。

【0003】 図において、1は燃料タンク(図示せず)内に収容されたアルコール混合液体としてのアルコール混合燃料を示し、該アルコール混合燃料1は、ガソリン等の燃料中にメタノール等のアルコールが混合されたものである。2は該アルコール混合燃料1中に浸漬され、例えば石英ガラス等の透光性材料からU字状に形成されたコア部材を示し、該コア部材2の両端部2A、2Bはアルコール混合燃料1の液面外に突出している。

【0004】 3は該コア部材の一端部2Aに設けられ、発光ダイオード等の発光素子からなる投光部を示し、該投光部3は後述の定電流電源5に接続されている。そして、該投光部3は、定電流電源5からの電流により点灯され、図7中に一点鎖線で示す如く、コア部材2内に光を射出するものである。4は該投光部3と対向してコア部材2の他端部2Bに設けられ、硫化カドニウムセル等の受光素子からなる受光部を示し、該受光部4は、コア部材2を介して入射した光を受光して電圧信号に変換し、この電気信号を光量検出信号Vとして後述のコントロールユニット6に出力するものである。ここで、該受光部4は、コア部材2を介して入射する透過光量が多いときには検出信号Vが大きくなり、透過光量が少ないときには検出信号Vが小さくなるものである。

10

2

【0005】 5は燃料タンク外に設けられた定電流電源を示し、該定電流電源5は、コントロールユニット6からの制御信号により駆動され、投光部3へ所定の電流を供給して該投光部3を発光させると共に、投光部3への電流を制御してその照度を均一化するものである。

【0006】 6はマイクロコンピュータとして構成されたコントロールユニットを示し、該コントロールユニット6の記憶回路内には記憶エリア6Aが形成され、該記憶エリア6Aには図8に示す判定マップ7が記憶されている。また、該コントロールユニット6には、その入力側に受光部4が接続され、その出力側には定電流電源5と自動車用エンジンの燃料噴射量制御装置(図示せず)とが接続されている。そして、該コントロールユニット6は、定電流電源5に制御信号を出力して投光部3を発光させると共に、受光部4からの検出信号Vを読み込み、この検出信号Vから判定マップ7に基づき、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度を測定するものである。ここで、前記判定マップ7は、図8に示す如く、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度(メタノール濃度)と受光部4からの検出信号Vとの関係を示す特性線7Aがマップとして記憶されたものである。

20

【0007】 従来技術による光学式アルコール濃度測定装置は、上述の如き構成を有するもので、まず、コントロールユニット6から定電流電源5に制御信号を出力すると、該定電流電源5は投光部3に電流を供給して、該投光部3を点灯させる。そして、該投光部3から出射された光は、アルコール混合燃料1の屈折率とコア部材2の屈折率との差によって、該コア部材2内を乱反射しつつ受光部4側に導かれ、該受光部4に入射して電圧信号に変換される。

30

【0008】 ここで、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度が高くなると、該アルコール混合燃料1の屈折率が大きくなるため、図7中に点線で示す如く、コア部材2からアルコール混合燃料1中に入射する光損失が小さくなるから、受光部4へ到達する透過光量が増大し、該受光部4の検出信号Vが大きくなる。これにより、コントロールユニット6は、該受光部4からの検出信号Vに基づき、判定マップ7からこの検出信号Vに対応するアルコール濃度を読み出し、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度を測定し、この測定結果を自動車用エンジンの燃料噴射量制御装置に出力する。

40

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来技術による光学式アルコール濃度測定装置では、投光部3から該コア部材2を介して透過する光量を受光部4で検出し、該受光部4からの検出信号Vに基づき、判定マップ7からアルコール混合燃料1中のアルコール濃度を求めている。しかし、アルコール混合燃料1には、ガソリンにメタノールのみを混合したものや、ガソリンにエタノールのみを混合したいわゆる2液混合型の燃料だ

3

けでなく、ガソリンにメタノールとエタノールの両方を加えた3液混合型の燃料がある。

【0010】そして、燃料に一のアルコールを付加した2液混合型のアルコール混合燃料1の場合は、受光部4からの検出信号Vとアルコール濃度とはほぼ対応するため、このアルコール濃度と検出信号Vとの関係を予め実験等で求めて特性線7Aとして記憶しておけば、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度を検出することができる。しかし、燃料に一のアルコールとしてのメタノールと、他のアルコールとしてのエタノールとの2種類のアルコールを加えた3液混合型のアルコール混合燃料1の場合は、図8中に二点鎖線で示す如く、エタノールの濃度に応じて、受光部4からの検出信号Vとアルコール濃度との関係が変化するから、受光部4からの検出信号Vが一定の値V0であっても、この値V0に対応するアルコール濃度が複数存在することになり、アルコール混合燃料1中のメタノールの濃度とエタノールの濃度を測定することができない。特に、最近は、エンジン浄化剤等のアルコールを溶剤とした種々の添加剤が燃料中に加えられる場合が多いため、燃料タンク内に給油したときには2液混合型燃料であっても、その後の添加剤投入により3液混合型燃料となることもありうる。

【0011】このため、上述した従来技術によるものでは、3液混合型のアルコール混合燃料1中のアルコールの種類毎の濃度を測定することができず、信頼性が大幅に低いという問題がある。また、2液混合型のアルコール混合燃料1であっても、メタノールを混合したものとエタノールを混合したものとを判別できず、いずれか1種類のアルコール混合燃料1に限られるから、使い勝手が低い上に、添加剤等の投入によって測定精度が大幅に低下するという問題がある。さらに、将来のアルコール混合燃料1の多様化に対応するのが困難で、性能、信頼性が低いばかりか、自動車用エンジンに用いた場合は、燃料噴射量等の制御性が大幅に低下するという問題がある。

【0012】本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、アルコール混合液体中のアルコール濃度を正確に測定することができるようした光学式アルコール濃度測定装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために本発明が採用する構成は、アルコールが混合された液体中に一の波長を有する光を投光する第1の投光部と、該第1の投光部から前記液体を透過した光を受光し、前記液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力する第1の受光部と、前記液体中に他の波長を有する光を投光する第2の投光部と、該第2の投光部から前記液体を透過した光を受光し、前記液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力する第2の受光部と、前記第1の受光部からの検出信号と該第2の受光部からの検出

50

4

信号とを比較し、前記液体中のアルコール濃度を測定する測定部とからなる。

【0014】また、前記一の波長を1.19μmないし1.40μmとし、前記他の波長を1.40μmないし1.67μmとするのが好ましい。

【0015】

【作用】第1の受光部は第1の投光部から液体を透過した一の波長を有する光を受光して、該液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力し、第2の受光部は第2の投光部から液体を透過した他の波長を有する光を受光して、該液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出力する。これにより、測定部は、第1の受光部からの検出信号と第2の受光部からの検出信号とを比較し、前記液体中のアルコール濃度を測定する。

10

20

【0016】また、前記一の波長を1.19μmないし1.40μmとし、前記他の波長を1.40μmないし1.67μmとすれば、一の波長を有する光は液体中のアルコールに吸収されにくく、他の波長を有する光は液体中のアルコールに吸収され易くなるから、第1の受光部からの検出信号と第2の受光部からの検出信号との差異が大きくなり、測定部によって液体中のアルコール濃度を正確に測定することができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1ないし図6に基づいて説明する。なお、実施例では前述した図7および図8に示す従来技術と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

30

【0018】図中、11は燃料供給配管(図示せず)の途中に設けられ、内部をアルコール混合燃料1が流通する連通管を示し、該連通管11には、後述の各アルコールセンサ13、16が取付けられる複数の取付穴11A、11A、…が形成されている。12は該連通管11の内周側に設けられた透光部材を示し、該透光部材12は例えば石英ガラス等の透光性材料から筒状に形成されている。そして、該透光部材12は1.19μmないし1.67μmの波長を有する光を透過させるものである。

40

【0019】13は連通管11の一端側に設けられた第1のアルコールセンサを示し、該アルコールセンサ13は、連通管11の取付穴11Aに取付けられ、例えば発光ダイオード等の発光素子からなる第1の投光部14と、該第1の投光部14と対向して連通管11の取付穴11Aに取付けられ、硫化カドニウムセル等の受光素子からなる第1の受光部15とから構成されている。そして、該第1のアルコールセンサ13は、第1の投光部14から1.31μmの一の波長を有する光を透光部材12を介してアルコール混合燃料1中に投光すると共に、該アルコール混合燃料1を透過した光を第1の受光部15で受光して電圧信号に変換し、この電圧信号を第1の光量検出信号V1として後述のコントロールユニット2

0に出力するものである。ここで、前記第1の投光部14からの一の波長を有する光は、アルコール混合燃料1中のメタノール、エタノール等のアルコールに吸収されにくい性質を有するものである。

【0020】16は連通管11の他端側に設けられた第2のアルコールセンサを示し、該アルコールセンサ16は、前記第1のアルコールセンサ13とほぼ同様に、連通管11の取付穴11Aに取付られ、例えば発光ダイオード等の発光素子からなる第2の投光部17と、該第2の投光部17と対向して連通管11の取付穴11Aに取付けられ、硫化カドニウムセル等の受光素子からなる第2の受光部18とから構成されている。そして、該第2のアルコールセンサ16は、第2の投光部17から1.55μmの他の波長を有する光を透光部材12を介してアルコール混合燃料1中に投光すると共に、該アルコール混合燃料1を透過した光を第2の受光部18で受光して電圧信号に変換し、この電圧信号を第2の光量検出信号V2としてコントロールユニット20に出力するものである。ここで、前記第2の投光部17からの他の波長を有する光は、アルコール混合燃料1中のアルコールに吸収され易い性質を有するものである。

【0021】19は定電流電源を示し、該定電流電源19は従来技術で述べた定電流電源5とほぼ同様に、コントロールユニット20からの制御信号によって駆動され、各投光部14, 17に電流を供給して発光すると共に、この電流を調節して該各投光部14, 17の照度を制御するものである。

【0022】20はCPU等からマイクロコンピュータとして構成された測定部としてのコントロールユニットを示し、該コントロールユニット20の記憶回路内には記憶エリア20Aが形成され、該記憶エリア20A内には後述の特性マップ21, 23および判定マップ22, 24等が記憶されている。また、該コントロールユニット20は、その入力側に各受光部15, 18が接続され、出力側には定電流電源19と燃料噴射量制御装置(図示せず)とが接続されている。そして、該コントロールユニット20は、各受光部15, 18からの各検出信号V1, V2に基づき、判定マップ22, 24からアルコール混合燃料1中のアルコール濃度を測定し、この測定結果を燃料噴射量制御装置に出力するものである。

【0023】21はコントロールユニット20の記憶エリア20A内に記憶された第1の特性マップを示し、該特性マップ21は、図2に示す如く、一の波長におけるアルコール混合燃料1中のアルコール濃度(メタノール濃度)と第1の受光部15の検出信号V1との関係がマップとして記憶されたものである。そして、該第1の特性マップ21には、エタノール0%のときの特性線21Aを基準に、エタノール濃度に応じた多数の特性線21B, 21C, 21D, …(4本のみ図示)が記憶されている。ここで、該第1の特性マップ21は、アルコール

混合燃料1中のメタノール濃度が増大するにつれて検出信号V1が低下(光の減衰率が増大)すると共に、エタノール濃度の増大に伴って、基準となる特性線21Aよりも検出信号V1が低下することを示している。

【0024】22はコントロールユニット20の記憶エリア20A内に記憶された第1の判定マップを示し、該判定マップ22は、図3に示す如く、前記第1の特性マップ21に基づき、検出信号V1のレベル毎にメタノール濃度とエタノール濃度との関係がマップとして記憶されたものである。そして、該判定マップ22は、受光部15からの検出信号V1がある一定値をとる場合に、この一定値に対応するメタノール濃度とエタノール濃度との組合せを示している。

【0025】23はコントロールユニット20の記憶エリア20A内に記憶された第2の特性マップを示し、該特性マップ23は、図4に示す如く、前記第1の特性マップ21とほぼ同様に、他の波長におけるアルコール混合燃料1中のメタノール濃度と第2の受光部18の検出信号V2との関係がマップとして記憶されたものである。そして、該第2の特性マップ23には、エタノール0%のときの特性線23Aを基準に、エタノール濃度に応じた複数の特性線23B, 23C, 23D, …(4本のみ図示)が記憶されている。

【0026】24はコントロールユニット20の記憶エリア20A内に記憶された第2の判定マップを示し、該判定マップ22は、図5に示す如く、前記第1の判定マップ22とほぼ同様に、第2の特性マップ23に基づいて、検出信号V2のレベル毎にメタノール濃度とエタノール濃度との関係がマップとして記憶されたものである。

【0027】本実施例による光学式アルコール濃度測定装置は、上述の如き構成を有するもので、次に、その作動について説明する。

【0028】まず、コントロールユニット20から定電流電源19に制御信号を出し、該定電流電源19から各投光部14, 17に電流が供給されると、該各投光部14, 17はそれぞれ一の波長と他の波長で発光する。そして、これら一の波長の光と他の波長の光とは、透光部材12の屈折率とアルコール混合燃料1の屈折率等とに基づいた入射角で、該透光部材12を介してアルコール混合燃料1に入射し、それぞれ異なる減衰率で減衰しつつ該アルコール混合燃料1を透過し、各受光部15, 18に入射する。次に、該各受光部15, 18は、各投光部14, 17からの光を受光して電圧信号に変換し、この電圧信号を、図2, 図4中に示す如く、例えば各光量検出信号V1a, V2aとしてコントロールユニット20に出力する。

【0029】そして、コントロールユニット20は、第1の受光部15からの検出信号V1aに基づいて、この検出信号V1aに対応する特性線を第1の判定マップ22か

ら読出すと共に、第2の受光部18からの検出信号V2aに基づいて、この検出信号V2aに対応する特性線を第2の判定マップ24から読み出し、図6に示す如く、これら各検出信号V1a, V2aに対応する特性線を重ね合わせて、両者の一致点Aを検出する。これにより、コントロールユニット20は、前記一致点Aのメタノール濃度Meとエタノール濃度Etとを、アルコール混合燃料1中のアルコール濃度として測定し、この測定結果を燃料噴射量制御装置に出力する。

【0030】かくして本実施例によれば、第1のアルコールセンサ13と第2のアルコールセンサ16の2種類のアルコールセンサを用い、アルコールに吸収されにくい一の波長の光による第1の受光部15からの検出信号V1と、アルコールに吸収され易い他の波長の光による第2の受光部18からの検出信号V2とに基づいて、各判定マップ22, 24から各検出信号V1, V2に対応する特性線が一致する点を検出することにより、アルコール混合燃料1中のメタノール濃度、エタノール濃度をそれぞれ測定することができる。

【0031】この結果、3液混合型のアルコール混合燃料1中のメタノール濃度とエタノール濃度とをそれぞれ正確に測定することができる上に、メタノールのみを混合した燃料とエタノールのみを混合した燃料との判別をも正確に行うことができ、測定精度、信頼性、使い勝手等を大幅に向かうことができる。また、添加剤等の投入によって測定精度が低下するのを効果的に防止し、将来のアルコール混合燃料1の多様化に容易に対応することができ、自動車用エンジンに用いた場合は、燃料噴射量等の制御性を大幅に向かうことができる。

【0032】さらに、第1の投光部14からの一の波長を $1.31\mu m$ とし、第2の投光部17からの他の波長を $1.55\mu m$ とする構成としたから、アルコール混合燃料1中を透過する一の波長の光と他の波長の光との減衰率を変化させて、各検出信号V1, V2の差異を効果的に増大することができ、より正確にアルコール混合燃料1中のアルコール濃度を測定することができる。

【0033】なお、前記実施例では、第1の投光部14からの一の波長を $1.31\mu m$ とし、第2の投光部17からの他の波長を $1.55\mu m$ とするものとして述べたが、本発明はこれに限らず、前記一の波長は $1.19\mu m$ ないし $1.40\mu m$ の範囲内で選択すればよく、また、前記他の波長は $1.40\mu m$ ないし $1.67\mu m$ の範囲内で選択すればよいものである。

【0034】また、前記実施例では、各投光部14, 17は発光ダイオード等の発光素子から構成し、各受光部15, 18は硫化カドニウムセル等の受光素子等から構成するものとして述べたが、これに替えて、例えば各投光部14, 17を半導体レーザ等の他の発光素子から構成してもよく、各受光部15, 18をフォトトランジスタ等の他の受光素子から構成してもよい。

【0035】さらに、前記実施例では、連通管11に各投光部14, 17と各受光部15, 18とを対向して設けるものとして述べたが、これに替えて、例えば各投光部14, 17と各受光部15, 18とを近接して配置し、透光部材12の内周側または外周側に各投光部14, 17からの光を反射して各受光部15, 18に入射させる反射鏡を設ける構成としてもよい。

【0036】さらにもまた、前記実施例では、アルコール混合液体としてガソリン等の燃料にメタノール、エタノール等のアルコールを混合したアルコール混合燃料1を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば食品用アルコール混合液体、薬品用アルコール混合液体等の他のアルコール濃度の測定にも適用することができる。

## 【0037】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、第1の受光部は第1の投光部から液体を透過した一の波長を有する光を受光して、該液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出し、第2の受光部は第2の投光部から液体を透過した他の波長を有する光を受光して、該液体中のアルコール濃度に応じた検出信号を出し、測定部は、第1の受光部からの検出信号と第2の受光部からの検出信号とを比較して、前記液体中のアルコール濃度を測定することができる。この結果、液体中に2種類のアルコールが含まれている場合でも、各アルコールの種類毎にアルコール濃度を正確に測定することができ、測定精度、信頼性、使い勝手等を向上することができる。

【0038】また、前記一の波長を $1.19\mu m$ ないし $1.40\mu m$ とし、前記他の波長を $1.40\mu m$ ないし $1.67\mu m$ とする構成としたから、一の波長を有する光は液体中のアルコールに吸収されにくく、他の波長を有する光は液体中のアルコールに吸収され易くなる。この結果、第1の受光部からの検出信号と第2の受光部からの検出信号との差異を効果的に増大させることができ、より一層、液体中のアルコール濃度を正確に測定することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による光学式アルコール濃度測定装置を示す縦断面図である。

【図2】図1中のコントロールユニット内に記憶された第1の特性マップを示す特性線図である。

【図3】図2中の第1の特性マップに基づき形成された第1の判定マップを示す特性線図である。

【図4】第2の特性マップを示す特性線図である。

【図5】図4中の特性マップに基づき形成された第2の判定マップを示す特性線図である。

【図6】第1の判定マップと第2の判定マップとからアルコール混合燃料中のアルコール濃度を測定する状態を示す説明図である。

【図7】従来技術による光学式アルコール濃度測定装置

を示す縦断面図である。

【図8】図7中のコントロールユニット内に記憶された  
判定マップを示す特性線図である。

【符号の説明】

1 アルコール混合燃料（液体）

14 第1の投光部

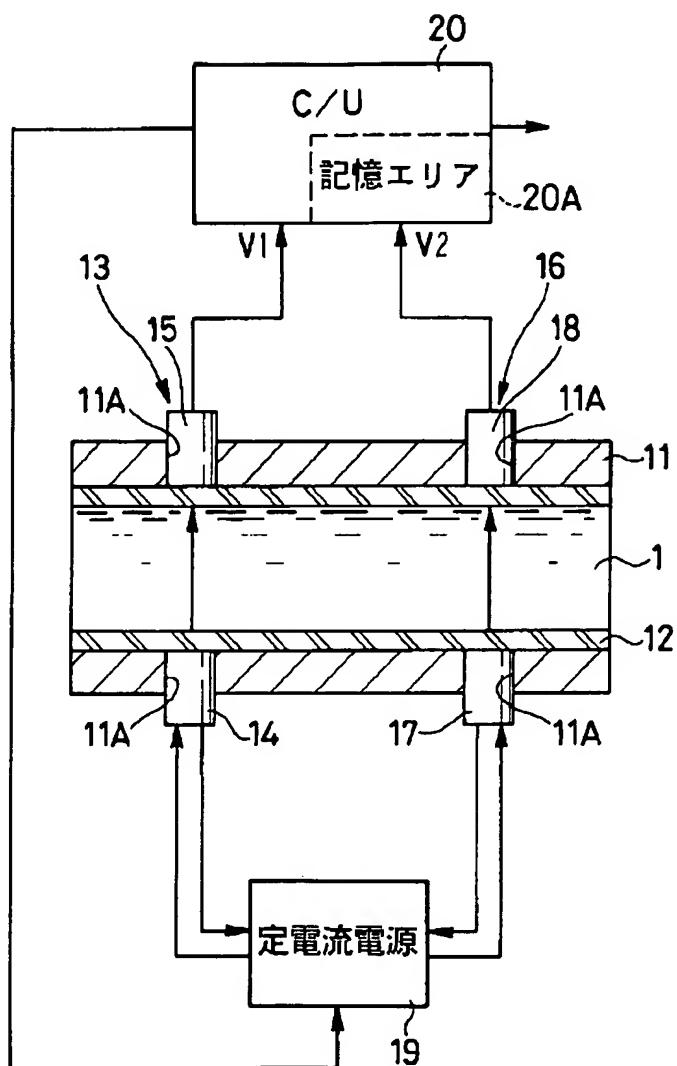
15 第1の受光部

17 第2の投光部

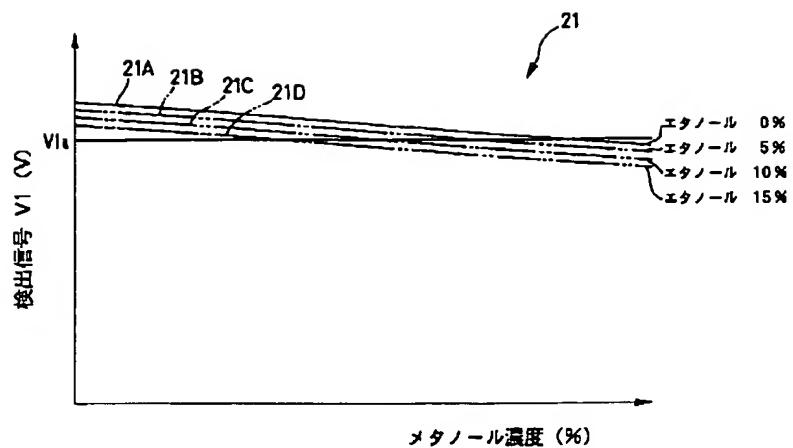
18 第2の受光部

20 コントロールユニット（測定部）

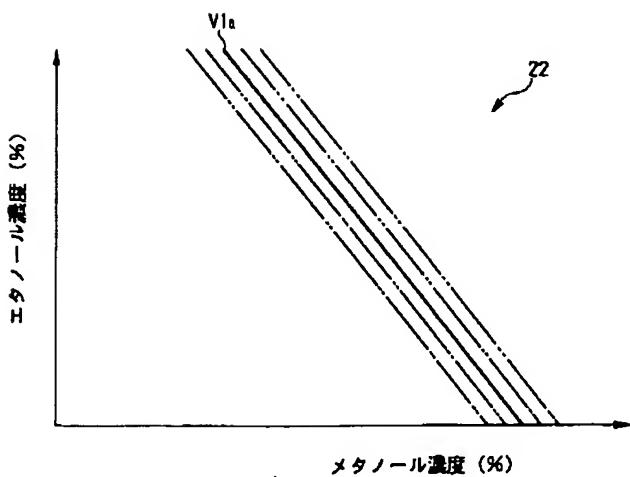
【図1】



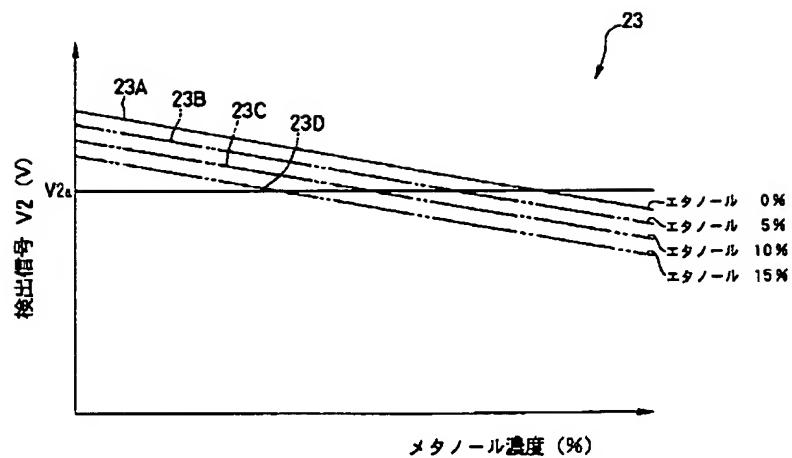
【図2】



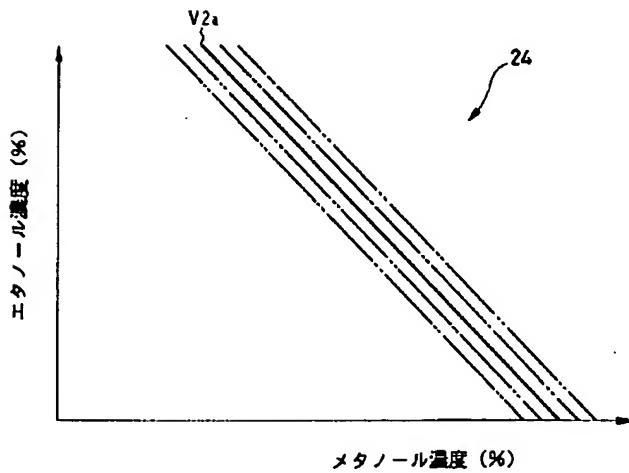
【図3】



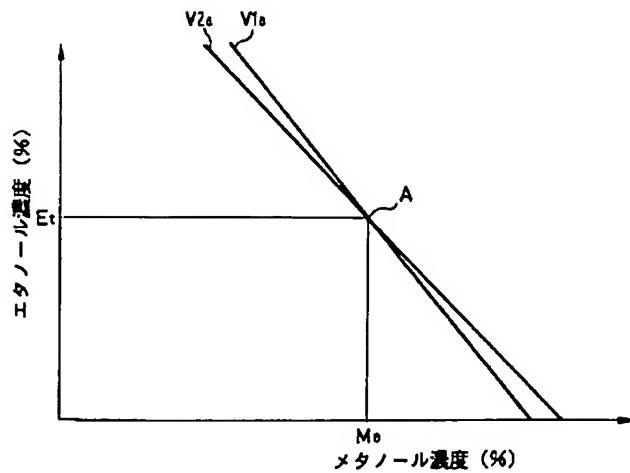
【図4】



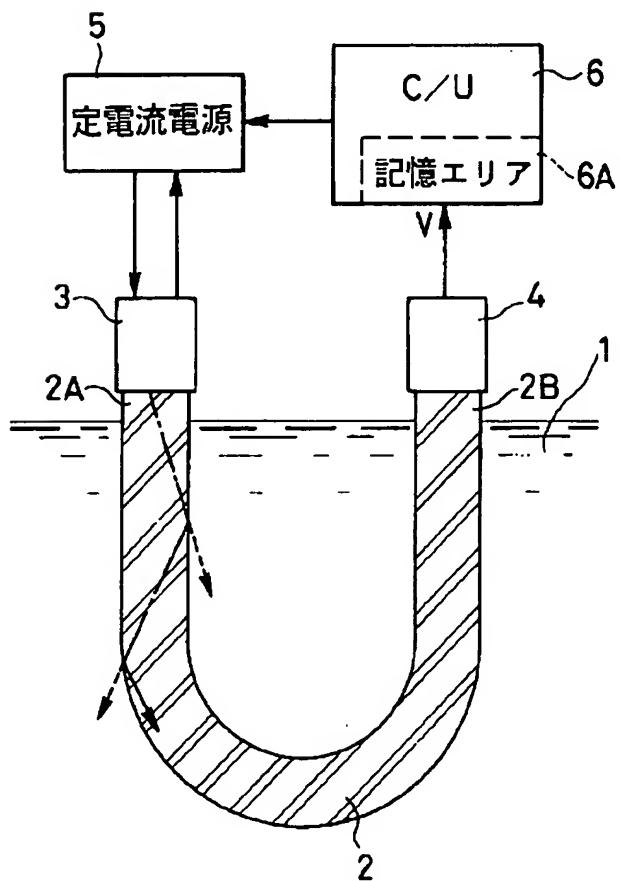
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

